TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Eficiencia del biocarbón proveniente de excremento de ganado vacuno para la adsorción de plomo en suelo agrícola de la comunidad Tingo Palca, Pasco, Perú"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Carmen Jhanet Lazaro Mendoza (0000-0002-8242-9593)

Asesor:

Luis Abraham Gomero Osorio (0000-0002-4739-2094)

Lima – Perú

2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 22 de abril del 2026.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dra. Llerme Navarro Vásquez
Miembro: Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro: Mg. Wilbert Cruz Hilacondo

Se reúnen para evaluar la tesis, con código de proyecto 381-2018-PRE11, titulada :

"EFICIENCIA DEL BIOCARBÓN PROVENIENTE DE EXCREMENTO DE GANADO VACUNO PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO EN SUELO AGRÍCOLA DE LA COMUNIDAD TINGO PALCA, PASCO, PERÚ"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Carmen Jhanet Lazaro Mendoza**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Luis Abraham Gomero Osorio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (x) calificar a:

Tesista: Carmen Jhanet Lazaro Mendoza			Nota (en letras): 13 (TRECE)
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Dra. Llerme Navarro Vásquez
Presidente

Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro 1

Mg. Wilbert Cruz Hilacondo
Miembro 2

Mg. Luis Abraham Gomero Osorio
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 27 de Mayo del 2025

Señor,
Dr. Percy Mayta Tristan

Vicerrectorado de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Carmen Jhanet Lazaro Mendoza, egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Mg. Luis Abraham Gomero Osorio declaramos que este informe final de tesis titulado: "Eficiencia Del Biocarbón Proveniente De Excremento De Ganado Vacuno Para La Adsorción De Plomo En Suelo Agrícola De La Comunidad Tingo Palca, Pasco, Perú" sustentado para obtener el título de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 72444852



Firma del asesor de tesis
DNI: 10681962

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Eficiencia del biocarbón proveniente de excremento de ganado vacuno para la adsorción de plomo en suelo agrícola de la comunidad Tingo Palca, Pasco, Perú

Autores. Carmen Jhanet Lazaro Mendoza

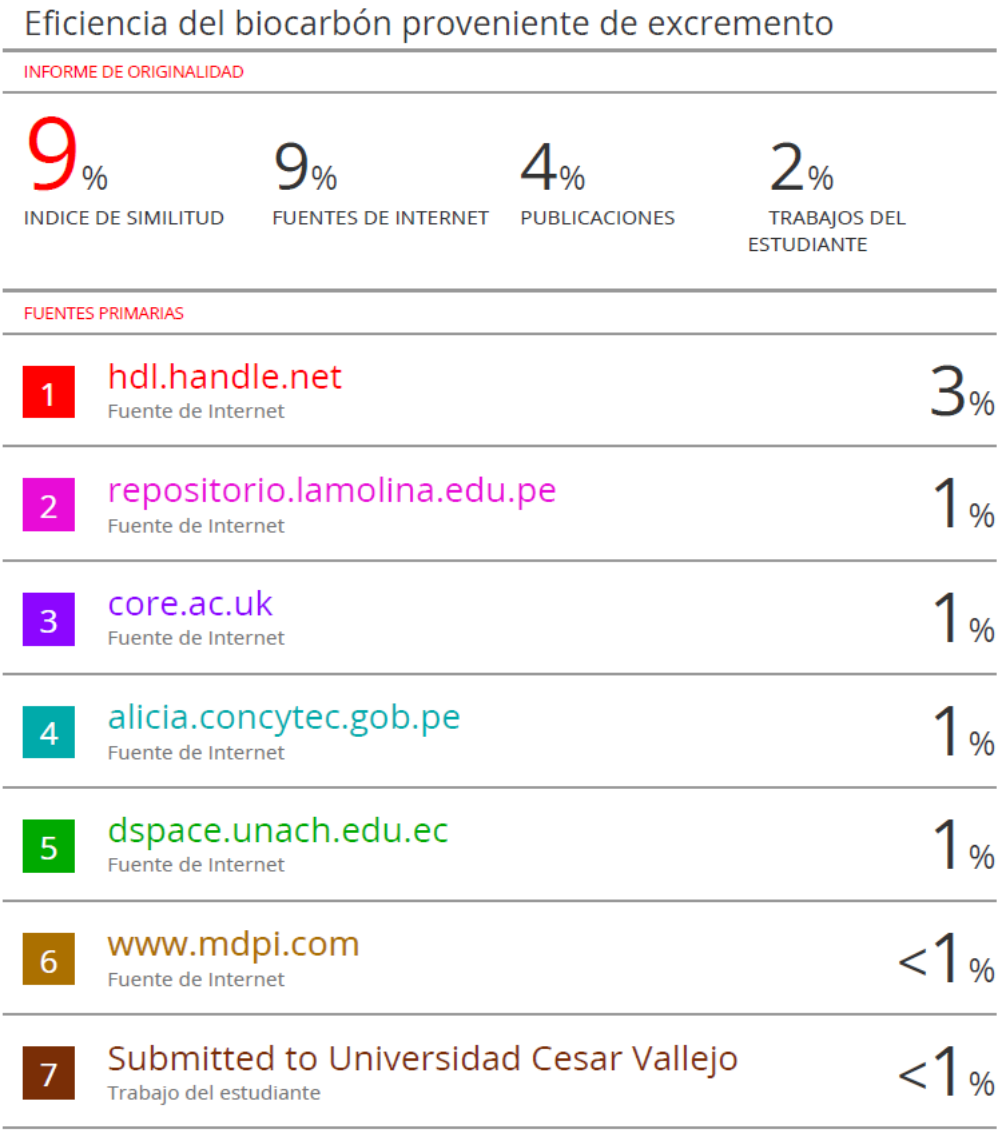
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2975712845)

Código de registro. 381-2018-PRE11

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Eficiencia del biocarbón proveniente de excremento

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	4%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
4	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

La presente tesis lo dedico con mucho amor a Dios, ya que, gracias a él, tuve la oportunidad de iniciar, desarrollar y concluir la carrera profesional que tanto anhelaba.
A mis padres, quienes fueron el soporte y el amparo en cada meta trazada y concluida a lo largo de mi vida.
Al programa PRONABEC, por el financiamiento para la culminación de la carrera profesional.
A la señora Hilda Romaní, por el apoyo en diferentes aspectos durante mis años en la universidad.
A mi tía, quien en vida fue Gloria Mendoza Arenas, quien me orientó y alentó cada paso que daba y soñaba con mi titulación.
A mis abuelitos, que me han acompañado a lo largo de sus vidas, por su guía con consejos muy sabios y cuidado con mucho amor.
A mi asesor y un gran profesional, Luis Abraham Gomero Osorio, a quien respeto y admiro mucho.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor Luis Gomero Osorio por su dedicación, esfuerzo y comprensión durante todo el proceso de investigación.

A la comunidad Tingo Palca por el apoyo y la confianza en este proyecto.

A todos mis profesores de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur (UCSUR), que me impartieron conocimiento sólido a lo largo de mi carrera.

A mis padres por el apoyo incondicional y la confianza en cada paso de esta etapa de mi vida.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

El plomo (Pb) con 7033.72 mg/kg está contaminando suelos de la comunidad Tingo Palca, Pasco, que requiere solucionarlo. El objetivo fue evaluar la eficiencia del biocarbón proveniente de excremento vacuno en adsorción de Pb del suelo agrícola de dicha comunidad. Se establecieron 5 tratamientos, se agregaron 10 kg de suelo contaminado con Pb de la comunidad, y se aplicó biocarbón al 0%, 5%, 10%, 25%, 50% y se sembró *Lolium perenne* (raigrás). Luego, se hicieron análisis inicial de parámetros fisicoquímicos y Pb de suelo y biocarbón. Posteriormente, en los tratamientos se evaluaron: crecimiento de raigrás, parámetros fisicoquímicos y concentración de Pb en suelo al final; eficiencia de adsorción de Pb del suelo y coeficiente de absorción biológica (BAC) y según corresponda se realizó análisis estadístico ANOVA o Kruskal-Wallis, seguido de prueba Post Hoc de Tukey o Dunn según corresponda. Los resultados mostraron que el crecimiento de raigrás no fue estadísticamente entre tratamientos. Asimismo, los parámetros fisicoquímicos del suelo fueron mejores en tratamientos con mayor biocarbón (tratamiento 25% y 50%). Además, mayor eficiencia de adsorción de Pb en el suelo fue en tratamientos con mayor biocarbón (tratamiento 25% con 74.98%, que podría estar influenciado por el pH y el CIC) mostrando su potencial de adsorción. También, el BAC fue menor en tratamiento 25% (0.315). El Pb en suelo y raigrá, superan los límites del ECA suelo (70 mg/kg) y máximo en alimento de animales (40 mg/kg), respectivamente. En conclusión, a mayor biocarbón mejora propiedades fisicoquímicas del suelo, el tratamiento 25% tiene mayor eficiencia de adsorción de Pb por parte del suelo, y también tiene menor BAC. Asimismo, hay elevada concentración de Pb en suelo de la comunidad. Ante eso, se recomienda tomar acciones de remediación inmediatas.

Palabras clave: adsorción, metal pesado, Pb, raigrás, vaca.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABTRACT

Lead (Pb) levels of 7033.72 mg/kg are contaminating the soil in the community of Tingo Palca, Pasco, and require a solution. The objective was to evaluate the efficiency of biochar derived from cattle manure in adsorbing Pb from the agricultural soil of this community. Five treatments were established. Ten kilograms of Pb-contaminated soil from the community were added, and biochar was applied at concentrations of 0%, 5%, 10%, 25%, and 50%. Perennial ryegrass (*Lolium perenne*) was then sown. Initial analyses of physicochemical parameters and Pb levels in both the soil and the biochar were performed. Subsequently, the following were evaluated in each treatment: ryegrass growth, physicochemical parameters, and final soil Pb concentration; soil Pb adsorption efficiency and the biological adsorption coefficient (BAC). Statistical analysis was then performed, as appropriate, using ANOVA or Kruskal-Wallis tests, followed by Tukey's or Dunn's post-hoc tests. The results showed that ryegrass growth was not statistically different between treatments. Likewise, the soil's physicochemical parameters were better in treatments with higher biochar (treatments 25% and 50%). Furthermore, the highest Pb adsorption efficiency in the soil was observed in treatments with higher biochar (treatment 25%, with 74.98%, which could be influenced by pH and CEC), demonstrating its adsorption potential. Additionally, the biochar adsorption ratio (BAC) was lower in the 25% treatment (0.315). Pb levels in both soil and ryegrass exceeded the limits established by the Environmental Quality Standard (EQS) for soil (70 mg/kg) and the maximum limit for animal feed (40 mg/kg), respectively. In conclusion, higher biochar levels improve the soil's physicochemical properties. The 25% treatment exhibited higher Pb adsorption efficiency in the soil and also had lower BAC. Furthermore, there was a high concentration of Pb in the soil of the community. Therefore, immediate remediation actions are recommended.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Keywords: adsorption, heavy metal, Pb, ryegrass, cow.

ARTÍCULO ENVIADO A PUBLICAR

Eficiencia del biocarbón proveniente de excremento de ganado vacuno para la adsorción de plomo en suelo agrícola de la comunidad Tingo Palca, Pasco, Perú

Efficiency of biochar from cattle manure for lead adsorption in agricultural soil in the Tingo Palca community, Pasco, Peru

Carmen Lázaro[1,*], Luis Gomero[1]

[1] Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. *

RESUMEN

El plomo (Pb) con 7033.72 mg/kg está contaminando suelos de la comunidad Tingo Palca, Pasco, que requiere solucionarlo. El objetivo fue evaluar la eficiencia del biocarbón proveniente de excremento vacuno en adsorción de Pb del suelo agrícola de dicha comunidad. Se establecieron 5 tratamientos, se agregaron 10 kg de suelo contaminado con Pb de la comunidad, y se aplicó biocarbón al 0%, 5%, 10%, 25%, 50% y se sembró *Lolium perenne* (raigrás). Luego, se hicieron análisis inicial de parámetros fisicoquímicos y Pb de suelo y biocarbón. Posteriormente, en los tratamientos se evaluaron: crecimiento de raigrás, parámetros fisicoquímicos y concentración de Pb en suelo al final; eficiencia de adsorción de Pb del suelo y coeficiente de absorción biológica (BAC) y según corresponda se realizó análisis estadístico ANOVA o Kruskal-Wallis, seguido de prueba Pos Hoc de Tukey o Dunn según corresponda. Los resultados mostraron que el crecimiento de raigrás no fue diferente estadísticamente entre tratamientos. Asimismo, los parámetros fisicoquímicos del suelo fueron mejores en tratamientos con mayor biocarbón (tratamiento 25% y 50%). Además, mayor eficiencia de adsorción de Pb en el suelo fue en tratamientos con mayor biocarbón (tratamiento 25% con 74.98%, que podría estar influenciado por el pH y el CIC) mostrando su potencial de adsorción. También, el

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis